

Title	Maple+MapleNetによる教材利用をふりかえて (数式処理と教育：数学教育における数式処理システムの効果的利用に関する研究)
Author(s)	中村, 泰之
Citation	数理解析研究所講究録 (2009), 1624: 56-60
Issue Date	2009-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2433/140272">http://hdl.handle.net/2433/140272</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

# Maple+MapleNet による教材利用をふりかえって

名古屋大学大学院・情報科学研究科 中村 泰之 (Yasuyuki Nakamura)  
Graduate School of Information Science,  
Nagoya University

## 1 はじめに

著者の担当している物理数学の授業では、微分方程式の解の存在と一意性の定理、フーリエ級数の収束に関する理論的内容は要点にとどめ、概念の理解と「解ける、使える」ということに重点をおいて授業を進めている。その際、受講者に直感的な理解を与えることを目的とし、これまで数式処理ソフトウェア Maple[1] を活用した教材を用いてきた。ここでは、教材の特徴を紹介し、これまでにわかった教材利用における問題点を整理するとともに、効果的な利用法について考えていきたい。さらに、情報科学関連の実習授業においては、Maple を利用した簡単な教材作成の実習もおこなったので、その報告も合わせて行いたい。

## 2 物理数学授業の概観と教材に求められるもの

授業で扱う物理数学の内容としては、前述のとおり微分方程式とフーリエ解析を取り上げており、それぞれで扱う内容は次のとおりである；自然・社会に見られる微分方程式、微分方程式の各種解法、微分方程式の解の安定性、フーリエ級数展開、フーリエ変換、離散フーリエ変換、パワースペクトルと自己相関関数、データ解析への応用。微分方程式に関しては、自然・社会の振る舞いが微分方程式によってどのように定式化できるか、典型的な解ける微分方程式とその解の振る舞いの理解、解の安定性などに重点を置いている。具体的には、与えられた微分方程式を眺めて、あるいは解析的に得られた解から、微分方程式で表される系が、どのような振る舞いをするのか、また解の安定性はどのように考えることができるか、など微分方程式による現象の理解と、実際に「解ける」ことを目指している。フーリエ解析においても、三角関数により関数が表現できること、周波数という観点から時間的な振る舞い、例えば時系列データの性質を理解できることなど、フーリエ解析を「使える」ことを目指している。

## 3 Maple を利用した教材利用に関する考察

前節に述べた、物理数学授業に求められる教材を実現するために、我々は数式処理ソフトウェアの利用が有効な手段の一つであると考え、教材開発に取り組んできた。数式

処理ソフトウェアとしては、Mapleを利用している。微分方程式の解析解やフーリエ級数・フーリエ変換など、数式を扱うことはもちろんのこと、Mapletsパッケージや、ドキュメントモードのワークシート利用することにより、GUIを備えた教材を、Javaを用いる場合に比べて比較的容易に作成できる。さらに、MapleNet[2]を利用することにより、Webブラウザ上でのアプリケーション実行も可能である。

まず、これまで利用してきたMapleで作成された教材をふりかえってみる。

### 3.1 Maple ワークシート

我々の授業は2004年度に始まり、今年度で5年目を迎えている。初年度では主にMapleのワークシートを用いて、授業中にデモンストレーション的に提示するにとどまっていた。図1には、減衰のある振動の微分方程式を解き、その相図を図示したものである。ワークシートであるので、学生自ら実行するには、ある程度Mapleの文法を知る必要があり、授業中でのデモンストレーション以上に、活用は進まなかった。

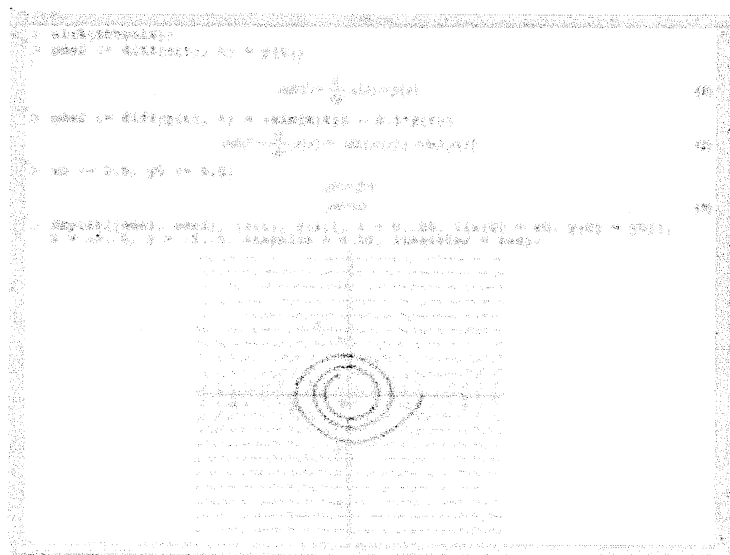


図 1: 減衰のある振動の相図を示した Maple ワークシート

### 3.2 Maplet アプリケーション

Maple ワークシートは、授業でのデモンストレーションを行うには、その場で様々な設定を行えるなど自由度が高い反面、学生が自習として利用するにはMapleの文法を覚えなければならないなどから、不向きであった。しかし、教材類は学生自ら繰り返し利用して初めて効果が期待できるものであると考えられる。そこで、Mapleの文法を覚えるという壁をできるだけ低くすることを目的として、2005年度にグラフィカル・ユーザ・インターフェース (GUI) を備えたアプリケーションの作成に着手した。

GUIの作成には、Mapleに備わっているパッケージの一つで、Mapleの機能を対話形式でユーザに提供するための、ウィンドウ、ダイアログ、および、スライダー、ボタンなどのインターフェースを作成することができる。図2は微分方程式の解の振る舞いを図示するMapletアプリケーションである。微分方程式の入力はMapleの書式に従って行う必要があるが、それ以外の、微分方程式を解くこと、解を図示することなどはボタン操作で対話的に行うことが可能となっている。

また、MapleNetを利用することにより、Javaの実行環境があれば、MapletアプリケーションをWebブラウザから実行することも可能であり、場所と時間を選ぶことなく、学生は自習を行うことができる。しかしながら、利用は期待したほど伸びなかった。その理由として、実際にブラウザ上で実行する場合、アプリケーションのロードに時間がかかることが挙げられるが、それ以外に、そのアプリケーションを通して、何を学ぶべきか、そのゴールが見えないということが考えられた。

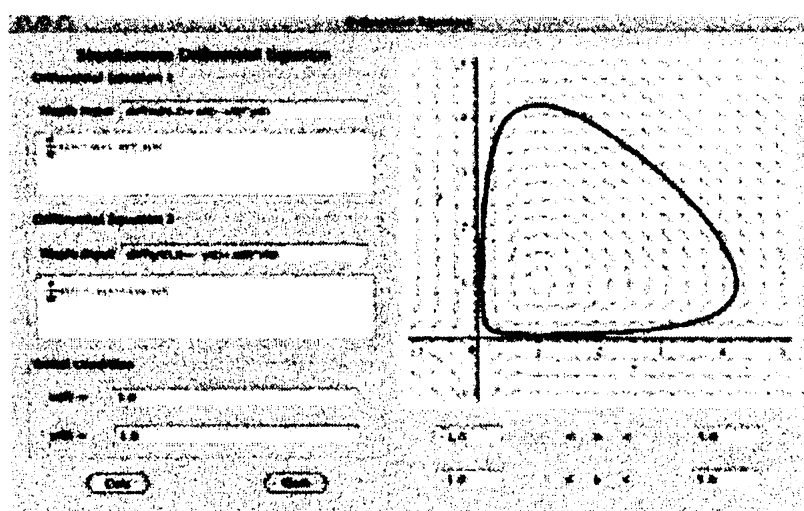


図 2: 微分方程式の解の振る舞いを図示する Maplet アプリケーション

### 3.3 解説とアプリケーションが一体となった教材

2年間の思考錯誤を経て、我々は解説文書とGUIアプリケーションが一体となった教材を開発するに至った。図3は微分方程式を幾何学的に理解するためのアプリケーションで、微分方程式から得られるベクトル場を、各格子点上で描く場合と、等傾線上で描くための方法を図示したものである。アプリケーションの使用法と、基礎的な解説を備えたもので、基本的に読み進めながら、自習を行うことができるようになっている。この教材はMapleのワークシートそのもので、Maple 10以降で可能になった、ドキュメントモードを利用したものである。また、MapleNet 10以降で、ワークシートをサーバ上の適切な場所にコピーするだけでWeb上で公開することが可能となり、大変手軽になった。

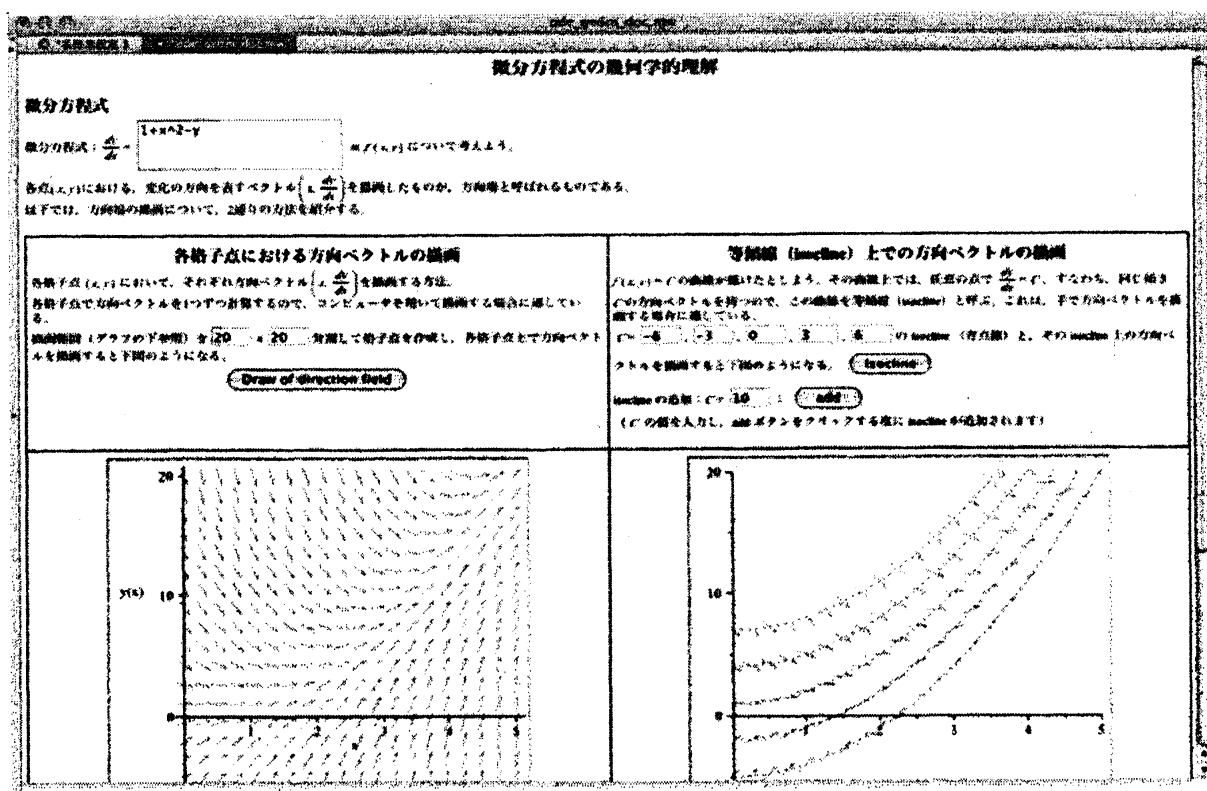


図 3: 微分方程式を幾何学的に理解するための解説とアプリケーションが一体となった教材

#### 4 効果的な教材の利用方法

試行錯誤を経て、この2年間は解説文書と GUI アプリケーションが一体となった教材を利用している。ここで、教材の効果的な利用方法について考えてみたい。まず、利用を促すことが必要であると考え、そのために、教材利用を前提としたレポート課題を課すことが挙げられる。例えば、自分の手で計算した結果を、教材を使って確認した上で提出できるようにするという事などは、その一つであろう。

今後、学生からのアンケート調査を行うと同時に、利用状況を調査しながら、教材利用の効果についても検証していく必要がある。

#### 5 情報科学関連授業での利用例

筆者が担当する情報科学関連授業の中で、MapleNet サーバと通信する Java アプリケーションを作成する実習を行った。授業時間は2コマ (90分授業を2コマ) だけだったので、簡単なものしか作成できないが、ネットワークを通じて、Maple の数式処理エンジンと通信しながら計算をすることのできるアプリケーションの作成を体験することができ、学生も興味を持っていたようである。

図4に Java アプリケーションの例を示す。どちらも、入力された数式を微分するとい

う簡単なものであるが，図4左は結果をテキストで表示したものであり，図4右は結果を MathML 形式で表示したものである。

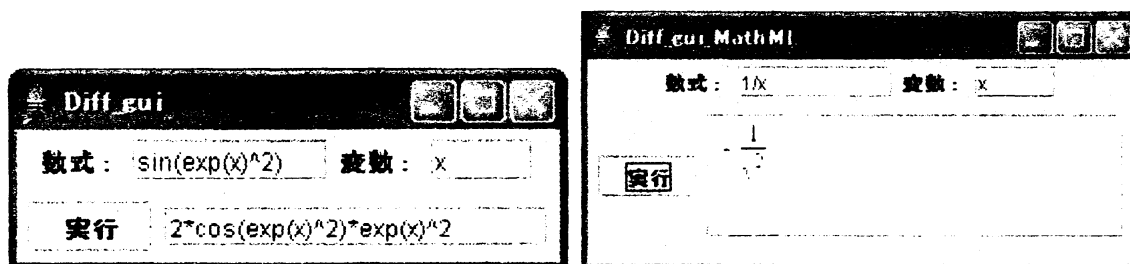


図 4: MapleNet サーバと通信する Java アプリケーション

## 6 まとめ

数式処理ソフトウェア Maple を利用した教材作成について概観した。また，作成された教材は単体のアプリケーションとして動作するだけでなく，MapleNet を利用することにより，場所，時間を選ぶことなく，Web ブラウザから実行可能である。そして，これらの教材の効果的な利用方法として，教材利用を前提としたレポート課題を課すことなどが考えられる。

情報科学関連授業での実習についても報告した。MapleNet サーバと通信しながら計算を行う Java アプリケーションによる教材作成に取り組んだ。また，MapleNet には，JSP と連携する機能も実装されており，JSP+MapleNet による Web アプリケーションの作成も可能であり，2008 年度はその実習を行う予定にしている。

## 参考文献

- [1] <http://www.maplesoft.com/products/maple/>
- [2] <http://www.maplesoft.com/products/maplenet/>